


ZOOM LENS

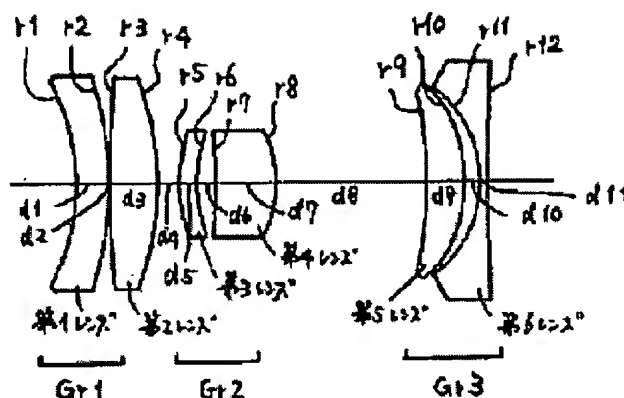
Patent number: JP8262325
Publication date: 1996-10-11
Inventor: HAGIMORI HITOSHI
Applicant: MINOLTA CO LTD
Classification:
- International: G02B15/20; G02B13/18
- european:
Application number: JP19950061052 19950320
Priority number(s):

Also published as:

 US5721643 (A1)

Abstract of JP8262325

PURPOSE: To provide a compact zoom lens having a high zooming ratio and a small number of lenses by making a third lens group a constitution of satisfying a specified condition.
CONSTITUTION: This zoom lens is composed of, in order from the object side, a first lens group Gr1 of a positive refractive power, a second lens group Gr2 of a positive refractive power and a third lens group Gr3 of a negative refractive power, and power variation is performed by changing the intervals of the respective lens groups Gr1-Gr3. The third lens group Gr3 is composed, in order from the object side, of a fifth lens having positive meniscus shape whose convex surface confronts the image and having both aspherical surfaces and a sixth lens having bi-concave negative lens and the conditions of $1 < f3p/f3 \leq 3.05$, $0.1 < f3/ft \leq 0.22$ are satisfied. In the expressions, $f3p$ is the focal distance of the fifth lens group, $f3$ is the focal distance of the third lens group Gr3 and ft is the focal distance of the whole system of telescope. The first lens group Gr1 is composed of a first and a second lenses and the second lens group Gr2 is composed of a third and a fourth lenses.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-262325

(43) 公開日 平成8年(1996)10月11日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B 15/20
13/18

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 15/20
13/18

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平7-61052

(22) 出願日 平成7年(1995)3月20日

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 萩森 仁

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

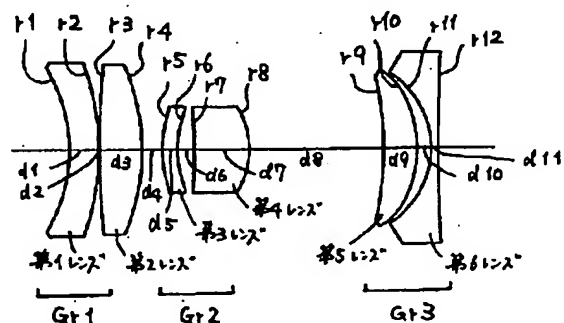
国際ビル ミノルタ株式会社内

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

(57) 【要約】

【目的】 高い倍率を有し、コンパクトでレンズ枚数の少ないズームレンズを提供する。

【構成】 物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群Gr1と、正の屈折力を有する第2レンズ群Gr2と、負の屈折力を有する第3レンズ群Gr3とから成り、各レンズ群の間隔を変化させることで変倍を行う。第1レンズ群Gr1は、像側に凸面を向けた負のメニスカス形状である第1レンズと、両凸の正レンズである第2レンズとから成る。第2レンズ群Gr2は、像側に凹面を向けた負のメニスカス形状で両面を非球面とした第3レンズと、像側に凸面を向けた正のメニスカス形状である第4レンズとから成る。第3レンズ群Gr3は、像側に凸面を向けた正のメニスカス形状で両面を非球面とした第5レンズと、両凹の負レンズである第6レンズとから成る。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とからなり、各レンズ群間隔を変化させることで変倍を行うズームレンズにおいて、

前記第 3 レンズ群は、物体側から順に、

正の屈折力を有する第 3 正レンズと、

負の屈折力を有する第 3 負レンズと、を含み、

かつ以下の 2 式を満足することを特徴とするズームレン 10

$$1 < |f_{3P}/f_3| < 3.05$$

$$0.1 < |f_3/f_T| < 0.22$$

ただし、

f_{3P} ：前記第 3 正レンズの焦点距離、

f_3 ：前記第 3 レンズ群の焦点距離、

f_T ：全系の望遠端の焦点距離、である。

【請求項 2】 前記第 3 レンズ群が、前記第 3 正レンズ及び前記第 3 負レンズの 2 枚で構成されること、を特徴とする請求項 1 記載のズームレンズ。

【請求項 3】 前記第 3 レンズ群が、以下の 2 式を満足することを特徴とする請求項 2 記載のズームレンズ。

$$0.5 < N_{3N}/d_{P-N} < 2.0$$

$$0.3 < |f_{3PB}/f_{3NF}| < 1.4$$

ただし、

N_{3N} ：前記第 3 負レンズの屈折率、

d_{P-N} ：前記第 3 正レンズと第 3 負レンズの軸上面間隔、

f_{3PB} ：前記第 3 正レンズの像側面の焦点距離、

f_{3NF} ：前記第 3 負レンズの物体側面の焦点距離、であ 30

【請求項 4】 物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とからなり、各レンズ群間隔を変化させることで変倍を行うズームレンズにおいて、

前記第 1 レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力を有する第 1 負レンズと、正の屈折力を有する第 1 正レンズと、を含み、

前記第 2 レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力を有する第 2 負レンズと、正の屈折力を有する第 2 正レンズと、を含み、

前記第 3 レンズ群は、物体側より順に、正の屈折力を有する第 3 正レンズと、負の屈折力を有する第 3 負レンズと、を含むとともに、以下の 2 式を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$1.3 < |f_{1N}/f_W| < 5.1$$

$$3.5 < |f_{2N}/f_W| < 12$$

ただし、

f_{1N} ：前記第 1 負レンズの焦点距離、

f_{2N} ：前記第 2 負レンズの焦点距離、

f_W ：全系の広角端の焦点距離、である。

【請求項 5】 前記第 3 正レンズが以下の式を満足することを特徴とする請求項 4 記載のズームレンズ。

$$1 < f_{3P}/f_W < 2.5$$

ただし、

f_{3P} ：前記第 3 正レンズの焦点距離、である。

【請求項 6】 前記第 1 レンズ群は、第 1 負レンズと、第 1 正レンズと、から成り、

前記第 2 レンズ群は、第 2 負レンズと、第 2 正レンズと、から成り、

前記第 3 レンズ群は、第 3 正レンズと、第 3 負レンズと、から成ることを特徴とする請求項 5 記載のズームレンズ。

【請求項 7】 前記第 2 レンズ群及び前記第 3 レンズ群に含まれる面のうち、少なくとも 1 面が非球面であることを特徴とする請求項 6 記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ズームレンズ、さらに詳しくはレンズシャッターカメラもしくはビデオカメラに使用される小型で高倍率のズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】従来よりズームレンズでは、コンパクト化や高倍率化が要求されている。コンパクト化を図るため、特開平 3-127012 号公報では、物体側より順に、正の屈折力を有する前群と負の屈折力を有する後群とからなる正負 2 群構成で、ズーム比が 2~2.5 倍程度のズームレンズが提案されている。一方、高倍率化を図るため、物体側より順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群とからなる、正正負 3 群構成のズームレンズが従来より用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来技術のうち、前者の正負 2 群構成のズームレンズは、2.5~3 倍以上のズーム比を達成しようとする、性能の確保が困難になり各群の移動量も大きくなって、コンパクトで高倍率なズームレンズを実現することができなかった。

【0004】一方、後者の正正負 3 群構成のズームレンズは、その構成上、広角時にプラスの歪曲が発生しやすく、これを抑えることがレンズ設計上の課題の 1 つとなっている。ところが、広角時のプラスの歪曲を補正しようとする、レンズ枚数が多くなってしまいう問題があった。

【0005】本発明は、高いズーム比を有し、コンパクトでレンズ枚数の少ないズームレンズを提供することを目的する。

【0006】

【課題を解決するための手段】そこで上記目的を達成するため、請求項1記載のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とからなり、各レンズ群間隔を変化させることで変倍を行うズームレンズにおいて、前記第3レンズ群は、物体側から順に、正の屈折力を有する第3正レンズと、負の屈折力を有する第3負レンズと、を含み、かつ以下の2式を満足することを特徴とする。

$$1 < |f_{3P}/f_3| < 3.05 \dots (1)$$

$$0.1 < |f_3/f_T| < 0.22 \dots (2)$$

ただし、

f_{3P} ：前記第3正レンズの焦点距離、

f_3 ：前記第3レンズ群の焦点距離、

f_T ：全系の望遠端の焦点距離、である。

【0007】また、請求項2記載のズームレンズは、請求項1記載のズームレンズにおいて、前記第3レンズ群が、前記第3正レンズ及び前記第3負レンズの2枚で構成されること、を特徴とする。

【0008】また、請求項3記載のズームレンズは、請求項2記載のズームレンズにおいて、前記第3レンズ群が、以下の2式を満足することを特徴とする。

$$0.5 < N_{3N}/d_{P-N} < 2.0 \dots (3)$$

$$0.3 < |f_{3PB}/f_{3NF}| < 1.4 \dots (4)$$

ただし、

N_{3N} ：前記第3負レンズの屈折率、

d_{P-N} ：前記第3正レンズと第3負レンズの軸上面間隔、

r_{3PB} ：前記第3正レンズの像側面の焦点距離、

r_{3NF} ：前記第3負レンズの物体側面の焦点距離、である。

【0010】また、請求項4記載のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、負の屈折力を有する第3レンズ群とからなり、各レンズ群間隔を変化させることで変倍を行うズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力を有する第1負レンズと、正の屈折力を有する第1正レンズと、を含み、前記第2レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力を有する第2負レンズと、正の屈折力を有する第2正レンズと、を含み、前記第3レンズ群は、物体側より順に、正の屈折力を有する第3正レンズと、負の屈折力を有する第3負レンズと、を含むとともに、以下の2式を満足す*

$$X = C \cdot Y^2 / \{1 + \sqrt{1 - \varepsilon \cdot Y^2 \cdot C^2}\} + \sum A_i \cdot Y_i \dots (A)$$

ここで、

X ：光軸方向の基準面からの変位量、

Y ：光軸と垂直な方向の高さ、

C ：非球面の基準曲率、

ε ：2次曲面パラメータ、

*ることを特徴とする。

$$【0011】$$

$$1. 3 < |f_{1N}/f_W| < 5.1 \dots (5)$$

$$3. 5 < |f_{2N}/f_W| < 12 \dots (6)$$

ただし、

f_{1N} ：前記第1負レンズの焦点距離、

f_{2N} ：前記第2負レンズの焦点距離、

f_W ：全系の広角端の焦点距離、である。

【0012】また、請求項5記載のズームレンズは、請求項4記載のズームレンズにおいて、前記第3正レンズが以下の式を満足することを特徴とする。

$$【0013】 1 < f_{3P}/f_W < 2.5 \dots (7)$$

ただし、

f_{3P} ：前記第3正レンズの焦点距離、である。

【0014】また、請求項6記載のズームレンズは、請求項5記載のズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は、第1負レンズと、第1正レンズと、から成り、前記第2レンズ群は、第2負レンズと、第2正レンズと、から成り、前記第3レンズ群は、第3正レンズと、第3負レンズと、から成ることを特徴とする。

【0015】また、請求項7記載のズームレンズは、請求項6記載のズームレンズにおいて、前記第2レンズ群及び前記第3レンズ群に含まれる面のうち、少なくとも1面が非球面であることを特徴とする。

$$【0016】$$

【実施例】以下、本発明に係る実施例を説明する。ただし、各実施例において r_i ($i=1, 2, 3 \dots$)は物体側から数えた i 番目の面の曲率半径、 d_i ($i=1, 2, 3 \dots$)は物体側から数えた i 番目の軸上面間隔を示し、 N_i ($i=1, 2, 3 \dots$)、 v_i ($i=1, 2, 3 \dots$)は、物体側から数えて i 番目のレンズの d 線に対する屈折率、アッペ数を示す。また、 F_L は全系の焦点距離、 $F_{no.}$ は開放Fナンバーであり、 F_L 、 $F_{no.}$ 、 d_4 及び d_8 の値はそれぞれ、左から順に広角端焦点距離、中間焦点距離、望遠端焦点距離に対応している。さらに、各係数において、文字“E”の後の数は、各係数の指数部分に相当し、例えば $1.0E+02$ であれば 1.0×10^2 を表わしている。

【0017】また、各実施例中、曲率半径に*を付した面は非球面で構成された面であることを示し、非球面の面形状は以下の式で定義されるものとする。

A_i ($i=1, 2, 3 \dots$)：非球面係数、

Y_i ($i=1, 2, 3 \dots$)： Y の i 乗の値、である。

$$【0018】$$

【表1】

(4)

特開平8-262325

5
表1 実施例1

6

FL : 30.8~80.0~117.0

Fno. : 3.6~7.4~10.2

曲率半径	軸上面間隔	屈折率(Nd)	アッベ数(vd)
r1 -21.347	d1 3.300	N1 1.83400	v1 37.34
r2 -34.775	d2 0.100		
r3 122.277	d3 4.800	N2 1.48749	v2 70.44
r4 -28.540	d4 2.241~24.697~30.171		
r5* 14.242	d5 1.750	N3 1.84666	v3 23.82
r6* 12.378	d6 1.950		
r7 -70.983	d7 6.250	N4 1.48749	v4 70.44
r8 -11.078	d8 15.210~ 5.718~ 3.330		
r9* -42.000	d9 3.850	N5 1.58340	v5 30.23
r10*-16.528	d10 1.650		
r11 -11.350	d11 0.800	N6 1.80420	v6 46.50
r12 273.334			

*は非球面を表わす

非球面係数

	r5	r6	r9	r10
e	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
A3			-0.64739E-03	-0.71805E-03
A4	-0.15943E-03	-0.97377E-04	0.43159E-03	0.27389E-03
A5			-0.10893E-03	-0.40566E-04
A6	-0.48147E-05	-0.75056E-05	0.13437E-04	-0.17442E-05
A7			0.29826E-06	0.12331E-06
A8	-0.11688E-08	0.96763E-07	-0.21444E-06	0.22604E-06
A9			-0.23491E-08	-0.36455E-07
A10	0.23419E-09	-0.15924E-08	0.26706E-08	0.17169E-09
A11			0.73038E-10	0.26468E-09
A12	-0.22960E-10	-0.18430E-10	-0.26216E-10	-0.13134E-10
A13			0.91222E-14	-0.23717E-13
A14		0.12488E-13	0.12153E-13	
A15			0.24048E-14	
A16		0.17586E-14	0.34663E-15	

【0019】

【表2】

(5)

特開平8-262325

7
表2 実施例2

8

FL : 30.8~80.0~117.0

Fno. : 3.6~7.5~10.2

曲率半径	軸上面間隔	屈折率(Nd)	アベレージ(νd)
r1 -22.717	d1 3.300	N1 1.83400	ν1 37.34
r2 -37.495	d2 0.100		
r3 104.662	d3 4.500	N2 1.48749	ν2 70.44
r4 -30.222	d4 2.087~24.133~30.127		
r5* 13.815	d5 1.750	N3 1.84666	ν3 23.82
r6* 11.971	d6 1.950		
r7 -71.350	d7 6.650	N4 1.48749	ν4 70.44
r8 -10.889	d8 15.030~ 5.890~ 3.330		
r9* -35.987	d9 3.823	N5 1.58340	ν5 30.23
r10*-15.620	d10 1.640		
r11 -10.902	d11 0.800	N6 1.80420	ν6 46.50
r12 -71123.744			

*は非球面を表わす

非球面係数

	r5	r6	r9	r10
ε	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
A3			-0.59265E-03	-0.60680E-03
A4	-0.12962E-03	-0.58531E-04	0.43632E-03	0.25933E-03
A5			-0.10846E-03	-0.38924E-04
A6	-0.49704E-05	-0.75738E-05	0.13666E-04	-0.16150E-05
A7			0.31081E-06	0.12843E-06
A8	0.38381E-09	0.95197E-07	-0.21365E-06	0.23579E-06
A9			-0.23347E-08	-0.37015E-07
A10	0.24522E-09	-0.15980E-08	0.26723E-08	0.78901E-10
A11			0.73762E-10	0.25994E-09
A12	-0.22912E-10	-0.18443E-10	-0.26069E-10	-0.11886E-10
A13			0.92398E-14	-0.19542E-13
A14			0.12168E-13	0.23598E-15
A15			0.24066E-14	-0.10241E-16
A16			0.34684E-15	-0.50599E-17

【0020】

【表3】

表3 実施例3

FL : 30.8~80.0~117.0

Fno. : 3.6~7.5~10.2

曲率半径	軸上面間隔	屈折率(Nd)	アベレージ(νd)
r1 -22.928	d1 3.300	N1 1.83400	ν1 37.34
r2 -38.018	d2 0.100		
r3 99.191	d3 4.500	N2 1.48749	ν2 70.44
r4 -30.584	d4 2.090~23.828~29.844		
r5* 13.907	d5 1.750	N3 1.84666	ν3 23.82
r6* 12.046	d6 1.950		
r7 -68.673	d7 6.650	N4 1.48749	ν4 70.44
r8 -10.860	d8 15.094~5.701~3.330		
r9* -36.743	d9 3.800	N5 1.58340	ν5 30.23
r10*-15.740	d10 1.650		
r11 -10.802	d11 0.800	N6 1.80420	ν6 46.50
r12 -15603.054			

*は非球面を表わす

非球面係数

	r5	r6	r9	r10
c	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
A3			-0.56215E-03	-0.57959E-03
A4	-0.12384E-03	-0.47795E-04	0.42957E-03	0.24716E-03
A5			-0.10922E-03	-0.38955E-04
A6	-0.49649E-05	-0.76169E-05	0.13641E-04	-0.15897E-05
A7			0.31230E-06	0.12966E-06
A8	0.59053E-09	0.84915E-07	-0.21337E-06	0.23561E-06
A9			-0.23069E-08	-0.37356E-07
A10	0.24701E-09	-0.15989E-08	0.26746E-08	0.66588E-10
A11			0.73951E-10	0.26185E-09
A12	-0.22903E-10	-0.18444E-10	-0.26053E-10	-0.11542E-10
A13			0.10649E-13	0.10745E-13
A14			0.12293E-13	0.14575E-14
A15			0.24174E-14	-0.13274E-15
A16			0.34775E-15	-0.41584E-16

【0021】図1~図3は、前記実施例1~3に対応するレンズ構成図であり、広角端でのレンズ配置を示している。図1において、実施例1のズームレンズは物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群Gr1と、正の屈折力を有する第2レンズ群Gr2と、負の屈折力を有する第3レンズ群Gr3とから成る。第1レンズ群Gr1は、像側に凸面を向けた負のメニスカス形状である第1レンズ（第1負レンズ）と、両凸の正レンズである第2レンズ（第1正レンズ）とから成る。第2レンズ群Gr2は、像側に凹面を向けた負のメニスカス形状で両面を非球面とした第3レンズ（第2負レンズ）と、像側に凸面を向けた正のメニスカス形状である第4レンズ（第2正レンズ）とから成る。第3レンズ群Gr3は、像側に凸面を向けた正のメニスカス形状で両面を非球面

とした第5レンズ（第3正レンズ）と、両凹の負レンズである第6レンズ（第3負レンズ）とから成る。

【0022】また、図2、図3に示した実施例2、3のズームレンズは、第6レンズが像側に凸面を向けた負のメニスカス形状であることを除き、実施例1と同様のレンズ構成を有する。

【0023】上記実施例1~3の焦点距離は、いずれも広角端で30.8mm、望遠端で117.0mmであり、本実施例のズームレンズは、略3.8倍のズーム比を有している。

【0024】実施例1~3は上記の条件式(1)~(7)を満足する。表4に実施例1~3の各条件式の値を示す。ただし表中、N3N、dP-N、r3PB、r3NFは、それぞれ表1~3に示した各実施例において、N6、d10、r10

*, r11に対応する。

{0025}

*【表4】

表4 実施例の条件式の値

	実施例1	実施例2	実施例3
条件式(1) $ f3P/f3 $	2.26	2.27	2.28
条件式(2) $ f3/fT $	0.17	0.17	0.17
条件式(3) $N3N/dP-N$	1.09	1.10	1.09
条件式(4) $ f3PB/f3NF $	0.89	0.70	0.69
条件式(5) $ f1N/fW $	2.42	2.50	2.50
条件式(6) $ f2N/fW $	6.36	8.09	8.08
条件式(7) $f3P/fW$	1.44	1.44	1.44

【0026】以下、条件式(1)～(7)を順に説明する。

$1 < |f3P/f3| < 3.05 \dots (1)$

ただし、

f3P: 第3正レンズの焦点距離、

f3: 第3レンズ群の焦点距離、である。条件式(1)は、※

$$P = \sum (\phi_i / N_i) = \phi_1 / N_1 + \dots + \phi_{3P} / N_{3P} + \phi_{3N} / N_{3N} \dots$$

.....(B)

ただし、

ϕ_1 : 物体側から1番目のレンズの屈折力、

ϕ_{3P} : 第3正レンズの屈折力、

ϕ_{3N} : 第3負レンズの屈折力、

N_1 : 物体側から1番目のレンズの屈折率、

N_{3P} : 第3正レンズの屈折率、

N_{3N} : 第3負レンズの屈折率、である。条件式(1)の下

限値を越えると、全系のベッツパール和がプラスに大きくなり像面性能が劣化する。これを以下に説明する。条件式(1)の下限値を越えると第3正レンズの焦点距離がより小さくなるので屈折力の絶対値 $|\phi_{3P}|$ が大きくなり、逆に第3負レンズの屈折力の絶対値 $|\phi_{3N}|$ が相対的に小さくなる。また、一般的には色収差の補正のため、第3正レンズの屈折率 N_{3P} よりも、第3負レンズの屈折率 N_{3N} の方が大きく設定される。このため上記式(B)において、項 ϕ_{3N}/N_{3N} の寄与よりも項 ϕ_{3P}/N_{3P} の寄与の方が大きくなる。したがって、条件式(1)の下限値を越えると、ベッツパール和Pはプラスに大きくなる。

【0027】さらに条件式(1)の下限値を越えると、広角側において軸外色収差がマイナスに大きくなり望ましくない。ここで、軸外色収差係数の近軸式は以下の式で与えられる。

【0028】

$$T1 = (\phi_1 / \nu_1) h_i \cdot h_i' \dots (C)$$

ただし、

T1: 軸外色収差係数、

ν_1 : アッペ数

h_i : 軸上光線の入射高、

h_i' : 主光線の入射高、である。

※正正負3群構成のズームレンズにおいて、第3レンズ群に物体側から第3正レンズと、第3負レンズと、を含む場合に、軸外色収差を低減し、ベッツパール和の絶対値を十分小さくするための条件である。ただし、全系のベッツパール和Pは以下の式で定義される。

【0029】上記式(C)によると、軸外色収差係数は屈折力の符号により正負が決定される。つまり、軸外色収差係数は、第3正レンズの屈折力が大きくなると、プラスに大きくなり、第3負レンズの屈折力が大きくなると、マイナスに大きくなる。ところが、一般に第3正レンズのアッペ数 ν_{3P} より、第3負レンズのアッペ数 ν_{3N} の方が小さく設定される。このため、第3負レンズよりも第3正レンズの方が軸外色収差に対する寄与の影響が大きい。したがって、条件式(1)の下限値を越えると、全系の軸外色収差はマイナスに大きくなる。

【0030】一方、条件式(1)の上限値を越えると、上記説明と全く逆の作用が働き、ベッツパール和がマイナスに大きくなり像面性能が劣化するとともに、望遠側での軸外色収差がプラスに大きくなる。

【0031】 $0.1 < |f3/fT| < 0.22 \dots (2)$

ただし、

f3: 第3レンズ群の焦点距離、

fT: 全系の望遠端の焦点距離、である。条件式(2)は、正正負3群構成のズームレンズにおいて、第3レンズ群に物体側から第3正レンズと、第3負レンズと、から成る構成を含む場合に、歪曲収差と軸外色収差を補正するための条件を表わしている。

【0032】条件式(2)の下限値を越えると、相対的に第3レンズ群の屈折力 ϕ_3 が大きくなり、歪曲収差がプラスに大きくなる。歪曲収差は第3レンズ群の負の屈折力 ϕ_3 が有する入射光線を外側に捻げる性質に影響される。この性質は、主光線の第3レンズ群への入射高が大きいほど顕著に現われ、主光線の入射高は広角端に近づくほど大きくなる。このため、条件式(2)の下限値を越えたときに発生する歪曲収差は、全系の焦点距離が広角

端に近づくほど顕著になる。

【0033】また、条件式(2)の下限値を越えたときは、望遠側の軸外色収差もプラスに大きくなる。

【0034】一方、条件式(2)の上限値を越えると、相対的に第3レンズ群の屈折力 ϕ_3 が小さくなり、軸外光の像面での拡がり小さくなる。この結果、広角側での倍率色収差がマイナスに大きくなり性能を確保できない。さらに、ズーミング時の第3レンズ群の移動量が大きくなるため、鏡胴を構成する上で不利となるとともに、コンパクトなズームレンズを達成できない。

【0035】 $0.5 < N_{3N}/dP-N < 2.0 \dots (3)$
ただし、

N_{3N} : 第3負レンズの屈折力、

$dP-N$: 第3正レンズと第3負レンズの空気間隔、である。条件式(3)は、正正負3群構成のズームレンズにおいて、第3レンズ群を物体側から1枚の第3正レンズと、1枚の第3負レンズの2枚で構成させた場合の、広角側でのゴースト光に関する条件式である。

【0036】色収差の補正を行うためには正レンズと、負レンズの2枚のレンズが最低必要である。したがって、均質な媒質のレンズを用いるかぎり、2枚構成は理論的に最小枚数となる。

【0037】はじめに広角側でのゴースト光について、図4を参照して説明する。図4は、本発明のズームレンズの広角端での第3レンズ群を表わす模式図である。図4において第3レンズ群は、物体側から、像側に凸面を向けた正のメニスカス形状である第3正レンズと、像側に凸面を向けた負のメニスカス形状である第3負レンズとから構成されている。さらに、物体側から各レンズ面を、面1、面2、面3、面4とする。

【0038】図4において、面1に入射し(①)、面2から射出した(②)光線のうち通常の光線は、さらに面3に入射し面4から射出して像を形成する。(図中実線で表示)ところが、面2から射出した(②)光線の一部は、面3の表面で反射して(③)ゴースト光となり、面2表面で反射し(④)、その後面3に入射し(⑤)、面4から射出して(⑥)像面に至り、ゴーストフレアとして像を劣化させる。(図中点線で表示)

ところで、条件式(3)の下限値を越える場合は、条件式(3)において、第3負レンズの屈折率 N_{3N} が小さい場合と、第3正レンズと第3負レンズの空気間隔 $dP-N$ が大きい場合である。

【0039】第3負レンズの屈折率 N_{3N} が小さいと、第3負レンズの面3に入射したゴースト光(⑤)は、面4から光軸中心により近い方向に射出し(⑥)、ゴーストフレアを像のより中心付近に発生させる。

【0040】また、 $dP-N$ が大きくなりすぎると、面2を射出した光線のうちゴースト光となる光線が面3のより周辺部で反射する。この結果、面3でのゴースト光の反射角がより大きくなり、ゴースト光が直接面3から第

3負レンズに入射する(⑦)。この場合もゴーストフレアをより像中心付近に発生させることになる。

【0041】したがって、いずれの場合においても、ゴーストフレアが像面中心に発生することになり、像を劣化させる。

【0042】一方、条件式(3)の上限値を越える場合は、条件式(3)において、第3負レンズの屈折率 N_{3N} が大きい場合と、第3正レンズと第3負レンズの空気間隔 $dP-N$ が小さい場合である。

10 【0043】第3負レンズの屈折率 N_{3N} を大きくすると、面3で屈折する屈折角度が小さくなるので、面3での反射率が高くなり、ゴースト光の強度が大きくなる。

【0044】また、 $dP-N$ を小さくすると、第3正レンズと第3負レンズの周辺部(図4においてA)で面2と面3が接近する。面2と面3が接近しすぎると、広角側で照度が確保できなくなる。照度を確保するために、面3の曲率半径を大きくする方法もあるが、面3の曲率半径を大きくしすぎると、望遠側での球面収差とコマ収差が増大する。

20 【0045】

$0.3 < |f_{3PB}/f_{3NF}| < 1.4 \dots (4)$

条件式(4)は、正正負3群構成のズームレンズにおいて、第3レンズ群を物体側から1枚の第3正レンズと、1枚の第3負レンズの2枚で構成させた場合の、レンズの焦点距離に関する条件式である。

30 【0046】条件式(4)の上限値を越えると、第3正レンズの像側面焦点距離 f_{3PB} の絶対値が第3負レンズの物体側面焦点距離 f_{3NF} の絶対値に対して大きくなるので、面2の曲率半径の絶対値が大きくなり、結果として面2に入射するゴースト光(③)の入射角が大きくなる。面2に入射するゴースト光(③)の入射角が大きくなると、ゴースト反射光(④)がより下方に曲げられることになり、ゴーストフレアを像中心付近に発生させることになる。

40 【0047】一方、条件式(4)の下限値を越えると、第3正レンズの像側面焦点距離 f_{3PB} の絶対値が、第3負レンズの物体側面焦点距離 f_{3NF} の絶対値に対して相対的に大きくなり、面3の曲率半径が大きくなる。この場合、前述したように望遠側での球面収差とコマ収差が増大する。

【0048】このような、正正負3群構成のズームレンズにおいて、正の屈折力を有するレンズ群は、物体側から負レンズ、正レンズを順に含み、負の屈折力を有するレンズ群は、物体側から正レンズ、負レンズを順に含むことが望ましい。これは、広角側において、バックフォーカスをより長く確保する効果を有する。

【0049】 $1.3 < |f_{1N}/f_W| < 5.1 \dots (5)$

ただし、

f_{1N} : 前記第1負レンズの焦点距離、

50 f_W : 全系の広角側の焦点距離、である。

【0050】条件式(5)は、正正負3群構成のズームレンズにおいて、第1レンズ群は、物体側から第1負レンズ、第1正レンズを順に含み、第2レンズ群は、物体側から第2負レンズ、第2正レンズを順に含み、第3レンズ群は、物体側から第3正レンズ、第3負レンズを順に含む場合に、第1負レンズが満足すべき焦点距離に関する条件を表わす。条件式(5)の下限値を越えると、 $f1N$ の値が相対的に小さくなるので第1負レンズの屈折力 $\phi1N$ が大きくなる。屈折力 $\phi1N$ が大きくなると各収差が発生する。特に第1負レンズより像側にある各レンズに光線が入射する際の軸上入射高 h が大きくなるため、軸上入射高 h の寄与の大きい球面収差とコマ収差の補正が困難となる。また、この場合、広角側の倍率色収差もマイナス側に大きくなる。

【0051】一方、条件式(5)の上限値を越えると、 $f1N$ の値が相対的に大きくなるので第1負レンズの屈折力 $\phi1N$ が小さくなる。したがって、第1レンズ群のレトロパワーが弱くなり、広角側でのバックフォーカスが確保できなくなる。また、負の屈折力の減少により、広角側での歪曲収差のプラス側への増大及び望遠側での倍率色収差のプラス側への増大に対する補正が困難となる。

【0052】 $3.5 < |f2N/fW| < 12 \dots (6)$

ただし、

$f2N$: 前記第2負レンズの焦点距離、

fW : 全系の広角端の焦点距離、である。

【0053】条件式(6)は、正正負3群構成のズームレンズにおいて、第1レンズ群は、物体側から第1負レンズ、第1正レンズを順に含み、第2レンズ群は、物体側から第2負レンズ、第2正レンズを順に含み、第3レンズ群は、物体側から第3正レンズ、第3負レンズを順に含む場合に、第2負レンズが満足すべき焦点距離に関する条件を表わす。条件式(6)の下限値を越えると、 $f2N$ の値が相対的に小さくなるので第2負レンズの屈折力 $\phi2N$ が大きくなる。屈折力 $\phi2N$ が大きくなると、条件式(5)と同様に、軸上入射高 h の寄与の大きい球面収差とコマ収差の補正が困難となる。

【0054】一方、条件式(6)の上限値を越えると、第2レンズ群のレトロパワーが弱くなり、広角側でのバックフォーカスが確保できなくなる。

【0055】 $1 < f3P/fW < 2.5 \dots (7)$

ただし、

$f3P$: 第3正レンズの焦点距離、である。

【0056】条件式(7)は、正正負3群構成のズームレンズにおいて、第1レンズ群は、物体側から第1負レンズ、第1正レンズを順に含み、第2レンズ群は、物体側から第2負レンズ、第2正レンズを順に含み、第3レンズ群は、物体側から第3正レンズ、第3負レンズを順に含む場合に、全系のベッツパールの絶対値を十分小さくするとともに、軸外色収差を低減するための条件を表わす。

【0057】条件式(7)は、前記条件式(1)の説明で述べた条件範囲を、第3レンズ群から全系に拡張した条件式である。したがって、範囲の上限値と下限値の規定に対する考え方は、条件式(1)の場合と全く同様であるので、その説明を省略する。

【0058】条件式(7)の下限値を越えると、全系のベッツパールの和がプラスに大きくなり像面性能が劣化する。また、広角側において軸外色収差がマイナスに大きくなる。

【0059】一方、条件式(7)の上限値を越えると、全く逆にベッツパールの和がマイナスに大きくなり像面性能が劣化するとともに、望遠側での軸外色収差がマイナスに大きくなる。

【0060】このような正正負3群ズームレンズを、理論的最小枚数である6枚で構成する場合、球面系だけで構成すると色収差の補正は可能であるが、単色収差の補正には限界がある。したがって、単色収差の補正に対しては非球面を用いることが有効である。

【0061】この場合、第2レンズ群に含まれるレンズ面に非球面を用いると、第2レンズ群に含まれるレンズへ入射する軸上光線の入射高 h 及び主光線の入射高 h' をコントロールすることができ、望遠側の球面収差とコマ収差の除去に効果的である。

【0062】また、第3レンズ群に含まれるレンズ面に非球面を用いると、第3レンズ群に含まれるレンズへ入射する主光線の入射高 h' をコントロールすることができ、広角側の歪曲収差の除去に効果的である。

【0063】図5～図7は実施例1～3の収差図で、上から順に広角端焦点距離、中間焦点距離、望遠端焦点距離に対応する収差図を示している。開放Fナンバーは、実施例1においては、上から順に3.62, 7.44, 10.18、実施例2においては、上から順に3.62, 7.49, 10.18、実施例3においては、上から順に3.62, 7.50, 10.19である。図5～図7の球面収差図において、実線(d)はd線に対する球面収差、一点鎖線(g)はg線に対する球面収差、点線(SC)は正弦条件を表わす。また、図5～図7の非点収差図において点線(DM)と実線(DS)はそれぞれメリディオナル面とサジタル面の非点収差を表わす。

【0064】

【発明の効果】本発明に係るズームレンズによれば、従来複数のレンズで構成されていたレンズ群を少ない枚数、好ましくは2枚で構成でき、コンパクトで良好に収差補正された高いズーム比を有するズームレンズを実現できる。また、レンズ枚数が削減されるので、低コスト化の効果も有する。

【0065】さらに本発明に係るズームレンズを、レンズシャッターカメラやビデオカメラに適用すれば、これらカメラのコンパクト化及びズームレンズの高倍率化による高性能化に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

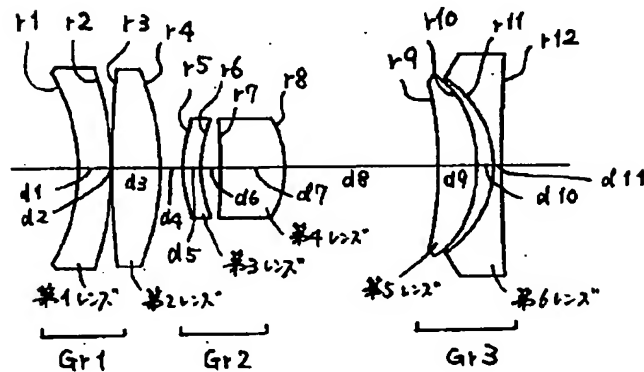
【図 1】 図 1 は、本発明のズームレンズの実施例 1 を示す構成図。

【図 2】 図 2 は、本発明のズームレンズの実施例 2 を示す構成図。

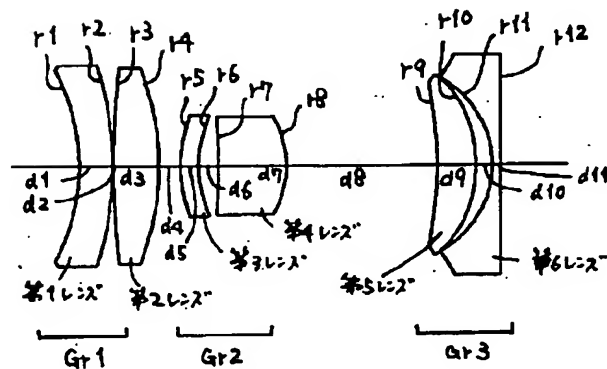
【図 3】 図 3 は、本発明のズームレンズの実施例 3 を示す構成図。

【図 4】 図 4 は、ゴースト光を説明する模式図。

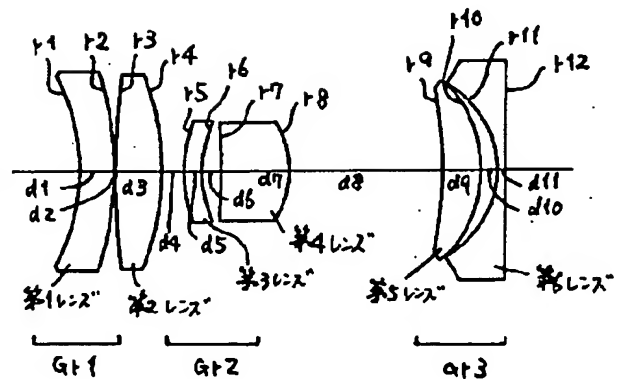
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 5】 図 5 は、実施例 1 のズームレンズの収差図。

【図 6】 図 6 は、実施例 2 のズームレンズの収差図。

【図 7】 図 7 は、実施例 3 のズームレンズの収差図。

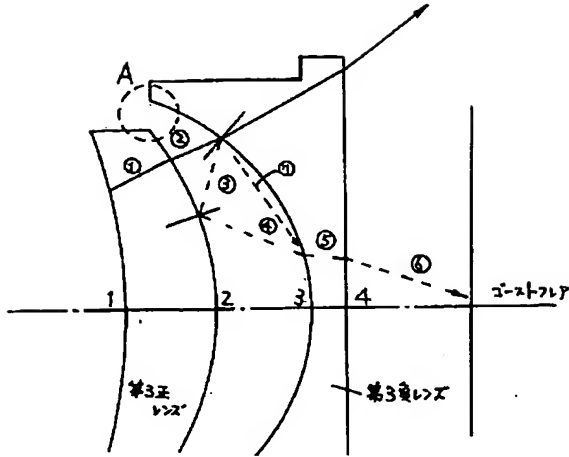
【符号の説明】

Gr 1 : 第 1 レンズ群

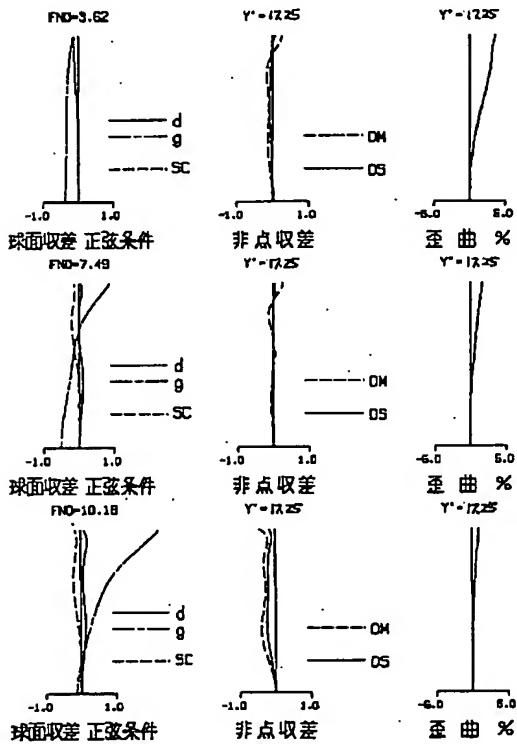
Gr 2 : 第 2 レンズ群

Gr 3 : 第 3 レンズ群

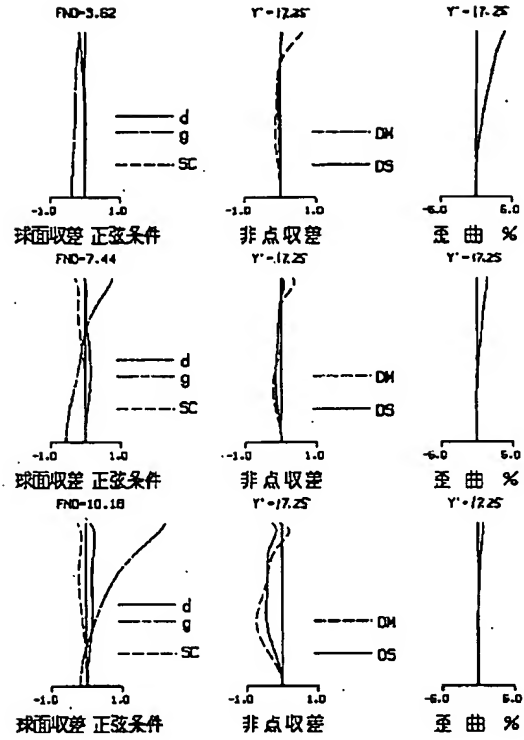
【図4】



【図6】



【図5】



【図7】

